

Introducción al cifrado, esteganografía y algoritmos resumen

Mikel Egaña Aranguren

mikel-egana-aranguren.github.io

mikel.egana@ehu.eus

Introducción al cifrado, esteganografía y algoritmos resumen

<https://doi.org/10.5281/zenodo.4302267>

<https://github.com/mikel-egana-aranguren/EHU-SGSSI-01>



Introducción al cifrado, esteganografía y algoritmos resumen

- Introducción al cifrado
- Esteganografía
- Algoritmos resumen

Introducción al cifrado

Criptografía: cifrar la información

Mecanismo de seguridad muy antiguo

Asegura: **Confidencialidad, Integridad, Autenticidad, (No repudio)**

Introducción al cifrado

Criptoanálisis: técnicas para descifrar mensajes encriptados

Criptología: Criptografía + Criptoanálisis

Introducción al cifrado

Criptoanálisis:

- Sin conocer la clave
- Obteniendo la clave a partir de uno o varios mensajes encriptados
- El algoritmo es público - [Principio de Kerckhoffs \(1883\)](#)

Principios Kerckhoffs

- Si el sistema no es teóricamente irrompible, al menos debe serlo en la práctica
- **La efectividad del sistema no debe depender de que su diseño permanezca en secreto**
- La clave debe ser fácilmente memorizable de manera que no haya que recurrir a notas escritas

Principios Kerckhoffs

- Los criptogramas deberán dar resultados alfanuméricos
- El sistema debe ser operable por una única persona
- El sistema debe ser fácil de utilizar

Criptosistema

Criptosistema: $D_K (E_K (M)) = M$

- M: Conjunto de todos los mensajes sin cifrar
- C: Conjunto de todos los mensajes encriptados (criptogramas)
- K: Conjunto de claves posibles
- E: Algoritmo de encriptación
- D: Algoritmo de descriptación

Criptosistemas

Simétricos o de clave privada: Una clave para encriptar y desencriptar

Asimétricos o de clave pública: Una clave para encriptar y otra para desencriptar (Lo que una encripta, la otra lo desencripta)

Introducción al cifrado

Criptografía: **cifrar** la información

Esteganografía: **ocultar** la información

Algoritmos hash: **resumir** la información

Esteganografía

"steganos": oculto; "graphos": escritura

Ocultar información de forma que no sea “visible” para quien no sepa la clave

Sin saber la clave, puede parecer que no hay información oculta

Es la técnica precursora de la criptografía

Esteganografía (historia)

Histaiaeo (gobernador de Mileto) buscaba aliados para sublevarse contra el rey persa Darío I (V a.c.)

Necesitaba enviar mensajes que nadie detectara

- Rapaba el pelo a los mensajeros
- Les grababa el mensaje en la cabeza
- Esperaba a que les creciera el pelo, y los mandaba al destino
- En el destino les volvían a rapar la cabeza y leían el mensaje

Esteganografía (historia)

Segunda Guerra Mundial

Los alemanes utilizaban micro puntos para ocultar información en textos, haciéndolos pasar por signos de puntuación

Esteganografía moderna

Insertar información sensible dentro del **fichero contenedor**

- Sustitución de bits
- Inserción de bits al final, después de la marca EOF (End Of File)
- Creación fichero contenedor "ad-hoc" partiendo de información a ocultar

Sustitución de bits

Ocultación de información en archivos multimedia (normalmente imágenes)

En formato BMP cada pixel en RGB son 3 bytes

LSB (Less Significant Bit): Modificar el último bit de cada byte es inapreciable

Sustitución de bits

Por ejemplo, para ocultar texto, insertamos el código ASCII del carácter deseado

A → 65 → 01000001

(11011010) (01001001) (01000010)
(00011110) (01011010) (11011110)
(00001110) (01000111) (00000111)

Esteganografía moderna

- Normalmente mediante programas que usan contraseñas
- ¿Cómo mejorar la robustez del sistema?
- Cifrar la información antes de introducirla (Criptografía + esteganografía)

Esteganografía moderna: problemas

- Si el fichero contenedor es manipulado se puede perder la información (ej. JPEG --> BMP --> JPEG)
- No garantiza **Autenticidad** ni **Integridad** (Pero si **Confidencialidad**)

Algoritmos resumen

Generan un criptograma que representa el contenido original:

- De **tamaño constante**, independientemente del contenido original
- Representa **todo el contenido original**
- Si el contenido cambia lo más mínimo **cambia completamente**
- Para el mismo contenido, siempre genera el **mismo**

Funciones hash

- No tienen inversa (one-way function): no se puede obtener el contenido desde el criptograma
- No se puede descifrar, ya que no cifra (resume)

Funciones de los algoritmos resumen

Certificar la integridad de la información

Almacenar contraseñas

Identificador de datos o archivos

Prueba de trabajo en [Bitcoin](#)

Integridad en [firma digital](#)

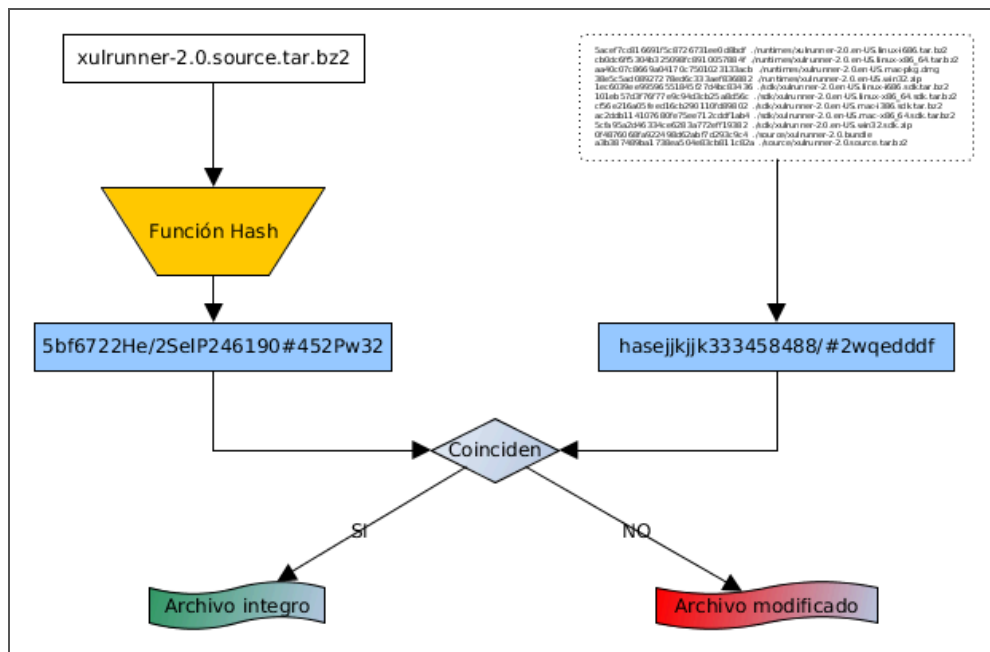
Certificar la integridad de la información

<http://ftp.mozilla.org/pub/mozilla.org/xulrunner/releases/2.0/MD5SUMS>

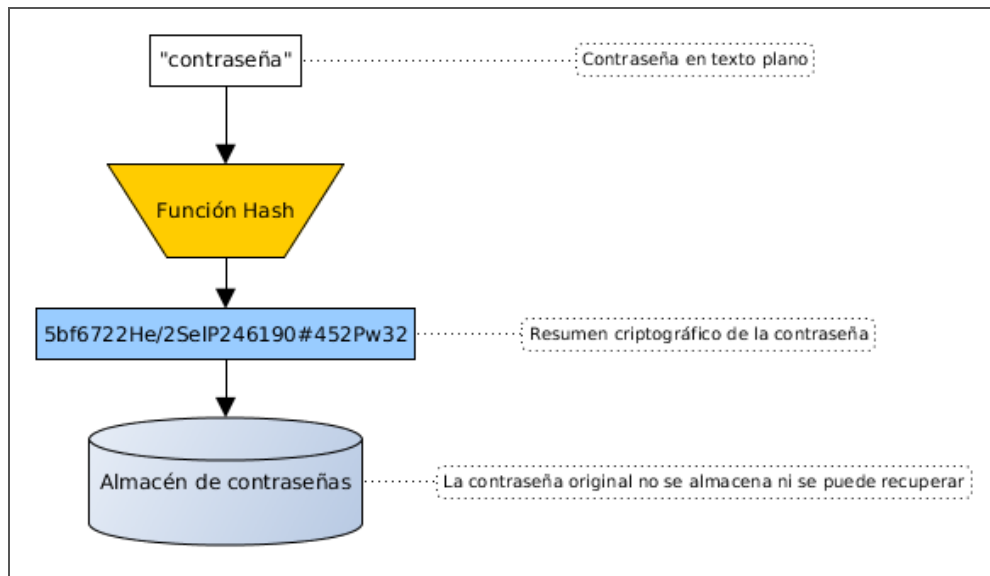
```
5acef7cc816691f5c8726731ee0d8bdf ./runtimes/xulrunner-2.0.en-US.linux-i686.tar.bz2
cb0dc6ff5304b325098fc8910057884f ./runtimes/xulrunner-2.0.en-US.linux-x86_64.tar.bz2
aa40c07c8669a04170c7501023133acb ./runtimes/xulrunner-2.0.en-US.mac-pkg.dmg
38e5c5ad08927278ed6c333aef836882 ./runtimes/xulrunner-2.0.en-US.win32.zip
1ec6039ee99596551845f27d4bc83436 ./sdk/xulrunner-2.0.en-US.linux-i686.sdk.tar.bz2
101eb57d3f76f77e9c94d3cb25a8d56c ./sdk/xulrunner-2.0.en-US.linux-x86_64.sdk.tar.bz2
cf56e216a05feed16cb290110fd89802 ./sdk/xulrunner-2.0.en-US.mac-i386.sdk.tar.bz2
ac2ddb114107680fe75ee712cddf1ab4 ./sdk/xulrunner-2.0.en-US.mac-x86_64.sdk.tar.bz2
5cfa95a2d46334ce6283a772eff19382 ./sdk/xulrunner-2.0.en-US.win32.sdk.zip
0f4876068fa922498d62abf7d293c9c4 ./source/xulrunner-2.0.bundle
a3b387489ba1738ea504e83cb811c82a ./source/xulrunner-2.0.source.tar.bz2
```

¿Cómo verificar la integridad?

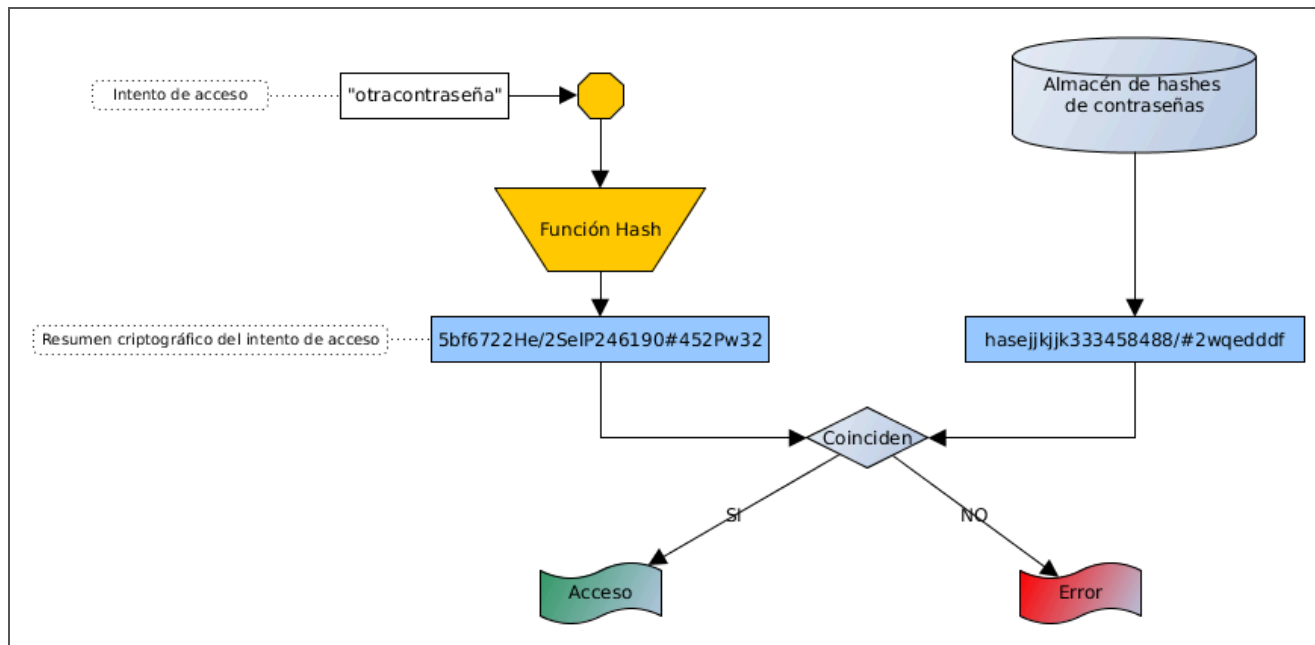
Certificar la integridad de la información



Almacenar contraseñas



Almacenar contraseñas: identificación



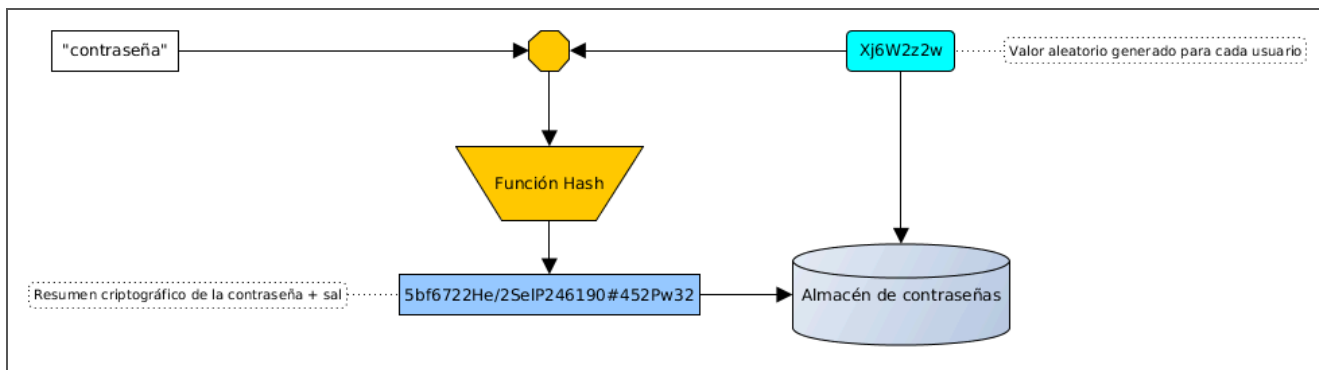
Almacenar contraseñas: problemas

Todo el mundo con la misma contraseña tiene el mismo hash

Se pueden precalcular los hashes de todo el espacio de contraseñas

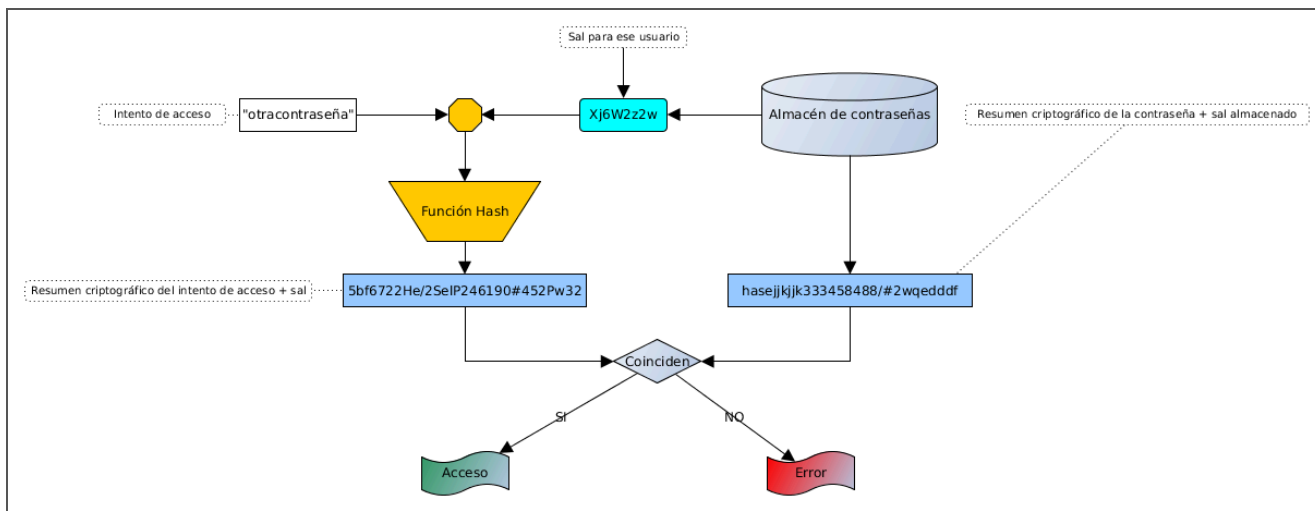
Almacenar contraseñas: problemas

Solución: usar "sal" (Salt), o semilla



Almacenar contraseñas: problemas

Identificación con sal



Almacenar contraseñas: problemas

Ventajas del uso de sal:

- La misma clave tiene una codificación distinta cada vez
- Dificulta los ataques por fuerza bruta

Almacenar contraseñas: implementación

Linux:

- Ubicación: `/etc/shadow`
- Obtención: `sudo cat /etc/shadow`
- Formato: `user:$Algoritmo usado$sal$Resumen Criptográfico:A:B:C:D:E:F:`

Almacenar contraseñas: implementación

Formato Linux:

- Algoritmo usado: 1: MD5; 2: Blowfish; 3: NT; 5: SHA-256; 6: SHA-512
- Sal: cadena aleatoria para derivar las claves

Almacenar contraseñas: implementación

Formato Linux:

- A: número de días sin cambiar la clave (desde 01/01/1970)
- B: número de días hasta poder cambiar la clave
- C: número máximo de días que se puede estar sin cambiar la clave

Almacenar contraseñas: implementación

Formato Linux:

- D: número de días de antelación con el que hay que avisar al usuario de que tiene que cambiar la clave
- E: número de días desde que caduque la contraseña hasta que se desactive la cuenta
- F: número de días hasta que la cuenta se desactive (desde 01/01/1970)

Identificador de datos o archivos

Sistema de control de versiones Git para identificar:

- Commits
- Blobs (Binary Large Objects)
- Árboles: directorios que referencian a blobs y otros directorios

Identificador de datos o archivos

Sistema de control de versiones Git para:

- De-duplicación de contenido
- Detección de cambios
- Integridad frente a cambios maliciosos

Identificador de datos o archivos

En BitTorrent para identificar:

- Fragmentos de archivos
- Archivos .bittorrent
- Magnet links

Identificador de datos o archivos

En estructuras de datos de lenguajes de programación para:

- Búsqueda rápida
- Verificación de integridad
- Control de unicidad

Identificador de datos o archivos

En estructuras de datos de lenguajes de programación:

- Python: Dicts, Sets
- Java: HashMap, HashSet
- JavaScript: Object, Map

Algoritmos resumen más conocidos

MD5

SHA-3

RIPEMD

MD5

Criptográficamente roto pero todavía en uso, sobretodo para integridad y en sistemas heredados no-críticos

Hashes de 128 bits

SHA-3

SHA-3 (Secure Hash Algorithm 3) desarrollado por NIST (National Institute for Standards and Technology)

SHA-0..2 estaban basados en MD5 (roto), SHA-3 es una estructura diferente

Firmas digitales: DSA (Digital Signature Algorithm) y ECDSA (Elliptic Curve Digital Signature Algorithm)

Certificados SSL/TLS: [Open SSL](#)

RIPEMD

RIPEMD (RACE Integrity Primitives Evaluation Message Digest): alternativa a SHA y MD5

Muy seguro

Se usa, en combinación SHA-256, para crear [direcciones Bitcoin](#) a partir de claves públicas

Ataques a algoritmos resumen

- Colisiones: dos conjuntos de datos diferentes generan el mismo resumen
- Mediante fuerza bruta (ej. paradoja del cumpleaños) o técnicas más refinadas como [shattered](#) contra SHA1
- Integridad: sustituir un documento por otro documento malicioso con el mismo hash
- Certificados TLS/SSL: suplantar identidad de un servicio creando un certificado falso